

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-294362

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K 29/00			H 0 2 K 29/00	Z -
1/27	5 0 1		1/27	5 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-106681

(22) 出願日 平成8年(1996)4月26日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 阿多 寛幸

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

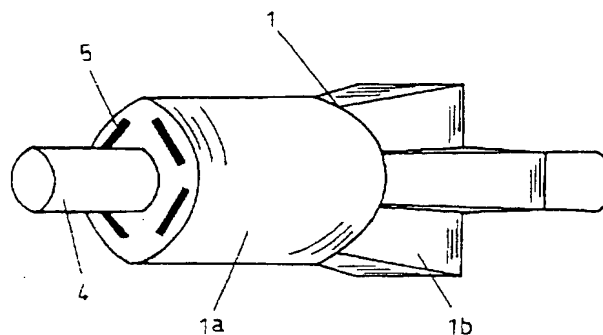
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 回転子およびそれを用いたブラシレスDCモータ

(57) 【要約】

【課題】 ブラシレスDCモータにおいて、低速回転領域で十分なトルクを得ることができるとともに高速回転領域の拡大が可能であり、かつ高速回転領域で十分なトルクを得ることを目的とする。

【解決手段】 回転子鉄心に永久磁石5を埋め込んでなる回転子部1aと突極構造を有する回転子部1bとを軸方向に結合した回転子1と電機子鉄心2aに電機子巻線2bを巻回してなる電機子2で構成したブラシレスDCモータにすることで、低速回転領域で十分なトルクを得ることができるとともに高速回転領域の拡大が可能である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した回転子。

【請求項 2】 回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した回転子と電機子鉄心に電機子巻線を巻回してなる電機子で構成されることを特徴とするブラシレス DC モータ。

【請求項 3】 回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した回転子の間に非磁性体からなる回転子部を挿入した回転子。

【請求項 4】 回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した回転子の間に非磁性体からなる回転子部を挿入した回転子と電機子鉄心に電機子巻線を巻回してなる電機子で構成されることを特徴とするブラシレス DC モータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した回転子（以後、複合回転子と称する）と電機子鉄心に電機子巻線を巻回してなる電機子を含むブラシレス DC モータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 永久磁石モータは、回転子鉄心の外周に永久磁石を装着した構造モータ（以後、表面磁石型モータと称する）と回転子鉄心内部に永久磁石を配設した構造のモータ（以後、埋込磁石型モータと称する）に大別される。表面磁石型モータは単に表面に永久磁石を装着しているだけであるため高速で回転させると、永久磁石が剥離する可能性が高く、そのため高速回転用モータには適さない。また、弱め界磁制御が困難であり充分な制御性が得られない。これに対して埋込磁石型モータは回転子の内部に永久磁石を埋め込む構造であるため永久磁石の剥離を阻止できるので表面磁石型モータの回転子より高速回転に対応でき、かつ磁極面に透磁率の高い磁極がある構造の回転子であるので弱め界磁制御が可能となる。弱め界磁が可能な突極磁極をもつ永久磁石モータは、例えば特開平 1 - 2 8 6 7 5 8 号公報に開示されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上記従来の構成では、高速回転領域の拡大を図ることや高速回転領域で充分なトルクを得ることは困難である。本発明は、低速回転領域で充分なトルクを得ることができるとともに高速回転領域の拡大が可能であり、かつ高速回転領域で充分なトルクを得ることが可能であるブラシレス DC モータを提供することである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するために、回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した複合回転子と電機子鉄心に電機子巻線を巻回してなる電機子で構成した。

## 【0005】

【発明の実施の形態】 本発明は、回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した回転子であり、上記回転子をモータに組立、回転速度に応じ軸方向に固定子鉄心との相対的な位置を移動させることで低速回転領域で充分なトルクを得ることができるとともに高速回転領域の拡大が可能であり、かつ高速回転領域で充分なトルクを得ることが可能とする。

【0006】 また、回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した回転子と電機子鉄心に電機子巻線を巻回してなる電機子で構成されることを特徴とするブラシレス DC モータであり、低速回転領域で充分なトルクを得ることができるとともに高速回転領域の拡大が可能であり、かつ高速回転領域で充分なトルクを得ることが可能である。

【0007】 また、回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した回転子の間に非磁性体からなる回転子部を挿入した回転子であり、上記回転子をモータに組立、回転速度に応じ軸方向に固定子鉄心との相対的な位置を移動させることで低速回転領域で充分なトルクを得ることができるとともに高速回転領域の拡大が可能であり、かつ高速回転領域で充分なトルクを得ることが可能とする。

【0008】 さらに、回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した回転子の間に非磁性体からなる回転子部を挿入した回転子と電機子鉄心に電機子巻線を巻回してなる電機子で構成されることを特徴とするブラシレス DC モータであり、低速回転領域で充分なトルクを得ることができるとともに高速回転領域の拡大が可能であり、かつ高速回転領域で充分なトルクを得ることが可能である。

## 【0009】

【実施例】 以下本発明の実施例について、図面を参照して説明する。

【0010】（実施例 1） 図 1 は、低速回転領域における回転子と固定子鉄心との相対的な位置関係を示し、図 1 において埋込磁石型回転子部 1 a は電機子による回転磁界中におかれ同期電動機としてトルクを発生し、かつ磁極面は電機子反作用による増磁作用または減磁作用を増大させるように働き、これにより最大界磁束の増加をもたらしたり、弱め界磁制御と同じ機能を与えたりすることができるようにする。すなわち、永久磁石回転子

部は電機子による回転磁界中におかれ同期電動機としてトルクを発生するが、このとき回転磁界の位相を制御することにより回転子の所定の位置に電機子起磁力つまり電機子反作用を与えることができ、この電機子反作用を利用してリラクタンストルクを得ることができる。

【0011】図2は、高速回転領域における回転子と固定子鉄心との相対的な位置関係を示し、図2において埋込磁石型回転子部1aは電機子による回転磁界中におかれ同期電動機としてトルクを発生し、かつ磁極面は電機子反作用による増磁作用または減磁作用を増大させるように働き、これにより最大界磁束の増加をもたらしたり、弱め界磁制御と同じ機能を与えたりすることができるようにする。すなわち、永久磁石回転子部は電機子による回転磁界中におかれ同期電動機としてトルクを発生するが、このとき回転磁界の位相を制御することにより回転子の所定の位置に電機子起磁力つまり電機子反作用を与えることができ、この電機子反作用を利用してリラクタンストルクを得ることができる。また、突極型回転子部1bに電機子反作用を与えることでリラクタンストルクが発生する。つまり、回転子は回転磁界の位相を制御することにより回転子の所定の位置に電機子起磁力つまり電機子反作用を与えることができ、この電機子反作用を利用してリラクタンストルクを得ることができる。また、構造的に永久磁石界磁を減少することができるために高速回転が可能となる。

【0012】なお、以上説明に使用した図では、4極で説明したが無論4極以外であってもよいし、また埋込磁

石型回転子部や突極型回転子部の形状についても同様に実施可能である

【0013】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、回転子鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子部と突極構造を有する回転子部とを軸方向に結合した複数回転子を設けることにより、低速回転領域で充分なトルクを得ることができるとともに高速回転領域の拡大が可能であり、かつ高速回転領域で充分なトルクを得ることが可能であるブラシレスDCモータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のブラシレスモータの一実施例を示す低速回転領域下での断面図

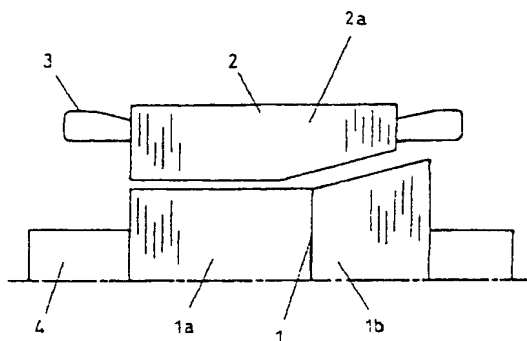
【図2】本発明のブラシレスモータの一実施例を示す高速回転領域下での断面図

【図3】本発明の埋込磁石型回転子鉄心と突極型回転子鉄心よりなる複数回転子の構造を示す斜視図

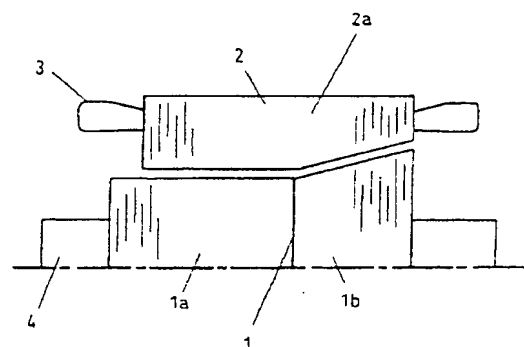
【符号の説明】

- 1 回転子
- 1a 埋込磁石型回転子部
- 1b 突極型回転子部
- 2 固定子
- 2a 固定子鉄心
- 3 電機子巻線
- 4 シャフト
- 5 永久磁石

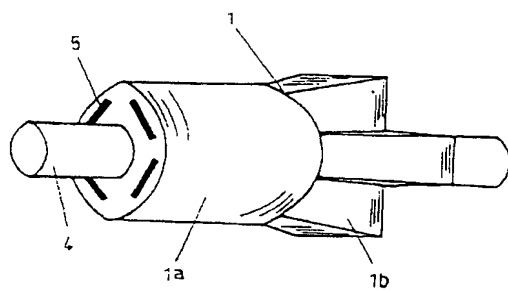
【図1】



【図2】



【図3】



(19) Japanese Patent Office(JP)

(11) Unexamined Patent Publication No.H9-294362

(43) Publication date: November 11, 1997

(54) [Title of the Invention]

Rotor and Brushless DC Motor Using Rotor

(57) [Abstract]

[Problems to be Solved]

To provide a brushless DC motor capable of obtaining sufficient torque in a low speed rotation range, expanding a high speed rotation range and obtaining sufficient torque in the high speed rotation range.

[Solving Means] A brushless DC motor is constituted to comprise a rotor 1 in which a rotor section 1a having a permanent magnet 5 embedded in a rotor core and a rotor section 1b having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction, and an armature 2 having an armature winding 2b wound around an armature core 2a. By constituting the brushless DC motor, it is possible to obtain sufficient torque in a low speed rotation range, to expand a high speed rotation range and to obtain sufficient torque in the high speed rotation range.

[What is claimed is]

[Claim 1]

A rotor constituted such that a rotor section having a permanent magnet embedded in a rotor core and a rotor section

having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction.

[Claim 2]

A brushless DC motor characterized by comprising a rotor constituted such that a rotor section having a permanent magnet embedded in a rotor core and a rotor section having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction; and an armature having an armature winding wound around an armature core.

[Claim 3]

A rotor constituted such that a rotor section formed out of a nonmagnetic member is inserted into a rotor constituted such that a rotor section having a permanent magnet embedded into a rotor core and a rotor section having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction.

[Claim 4]

A brushless DC motor characterized by comprising a rotor constituted such that a rotor section formed out of a nonmagnetic member is inserted into a rotor constituted such that a rotor section having a permanent magnet embedded in a rotor core and a rotor section having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction; and an armature having an armature winding wound around an armature core.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a brushless DC motor including a rotor (to be referred to as "compound rotor" hereinafter) in which a rotor section having a permanent magnet embedded in a rotor core and a rotor section having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction, and an armature having an armature winding wound around an armature core.

[0002]

[Related Art of the Invention]

Permanent magnet motors are roughly divided into two types, i.e., a motor having structure in which a permanent magnet is attached to the outer periphery of a rotor core (which motor will be referred to as "surface magnet type motor" hereinafter) and a motor having a structure in which a permanent magnet is arranged in a rotor core (which motor will be referred to as "embedded magnet type motor" hereinafter). The surface magnet type motor has the permanent magnet simply attached to the surface of the motor. Due to this, if the motor is rotated at high speed, it is quite likely that the permanent magnet is separated from the motor, for which reason the surface magnet type motor is unsuited for a high speed rotation motor. Moreover, weak field control is difficult, and thus sufficient controllability cannot be obtained. The embedded magnet type motor has, by contrast, a structure in which the permanent magnet is embedded in the

rotor and it is possible to prevent the permanent magnet from being separated from the motor. Due to this, the rotor of the embedded magnet type motor is better adapted to high speed rotation than the rotor of the surface magnet type motor. In addition, the rotor of the embedded magnet type motor has a structure in which a magnetic pole having high magnetic permeability is provided on a pole face, so that weak field control is possible. A permanent magnet motor having a salient pole enabling weak field control is disclosed by, for example, Japanese Patent Unexamined Application Publication No. 1-286758.

[0003]

[Problems that the Invention is to Solve]

With the above-stated constitution, however, it is difficult to expand a high speed rotation range and to obtain sufficient torque in the high speed rotation range. The present invention is intended to provide a brushless DC motor capable of obtaining sufficient torque in a low speed rotation range, expanding a high speed rotation range and obtaining sufficient torque in the high speed rotation range.

[0004]

[Means of Solving the Problems]

To obtain the above-stated object, a brushless DC motor comprises a rotor constituted such that a rotor section having a permanent magnet embedded in a rotor core and a rotor section



having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction; and an armature having an armature winding wound around an armature core.

[0005]

[Modes for Carrying out the Invention]

The present invention provides a rotor constituted such that a rotor section having a permanent magnet embedded in a rotor core and a rotor section having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction. By assembling the rotor into a motor and moving the relative position of the rotor to a stator core in the axial direction in accordance with rotation speed, it is possible to obtain sufficient torque in a low speed rotation range, to expand a high speed rotation range and to obtain sufficient torque in the high speed rotation range.

[0006]

The present invention provides a brushless DC motor characterized by comprising a rotor constituted such that a rotor section having a permanent magnet embedded in a rotor core and a rotor section having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction; and an armature having an armature winding wound around an armature core. It is possible to obtain sufficient torque in a low speed rotation range, to expand a high speed rotation range and to obtain sufficient torque in the high speed rotation range.

[0007]

Further, the present invention provides a rotor constituted such that a rotor section formed out of a nonmagnetic member is inserted into a rotor constituted such that a rotor section having a permanent magnet embedded into a rotor core and a rotor section having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction. By assembling the rotor into a motor and moving the relative position of the rotor to a stator core in the axial direction in accordance with rotation speed, it is possible to obtain sufficient torque in a low speed rotation range, to expand a high speed rotation range and to obtain sufficient torque in the high speed rotation range.

[0008]

Furthermore, the present invention provides a brushless DC motor characterized by comprising a rotor constituted such that a rotor section formed out of a nonmagnetic member is inserted into a rotor constituted such that a rotor section having a permanent magnet embedded in a rotor core and a rotor section having a salient pole structure are coupled to each other in an axial direction; and an armature having an armature winding wound around an armature core. It is possible to obtain sufficient torque in a low speed rotation range, to expand a high speed rotation range and to obtain sufficient torque in the high speed rotation range.

[0009]

[Embodiment]

The embodiment of the present invention will be described hereinafter with reference to the drawings.

[0010]

(Embodiment 1)

FIG. 1 shows the relatively positional relationship between a rotor and a stator core in a high speed rotation range. In FIG. 1, an embedded magnet type rotor section 1a, which is located in the rotating magnetic field of an armature, generates torque as a synchronous motor and a pole face thereof functions to increase a magnetization action or a demagnetization action caused by the reaction of the armature. This makes it possible to increase maximum field magnetic flux and to give the same function as weak field control. That is, the permanent magnet rotor section, which is located in the rotating magnetic field of the armature, generates torque as a synchronous motor. At this moment, by controlling the phase of the rotating magnetic field, the magnetomotive force of the armature, i.e., the reaction of the armature can be applied to the predetermined position of the rotor and reluctance torque can be obtained using this reaction of the armature.

[0011]

FIG. 2 shows the relatively positional relationship between the rotor and the stator core in a high speed range. In FIG. 2, the embedded magnet type rotor section 1a, which is located in the rotating magnetic field of the armature, generates

torque as a synchronous motor and the pole face thereof functions to increase a magnetization action or a demagnetization action caused by the reaction of the armature. This makes it possible to increase maximum field magnetic flux and to give the same function as weak field control. Namely, the permanent magnet rotor section is located in the rotating magnetic field of the armature and generates torque as a synchronous motor. At this moment, by controlling the phase of the rotating magnetic field, the magnetomotive force of the armature, i.e., the reaction of the armature can be applied to the predetermined position of the rotor and reluctance torque can be obtained using this reaction of the armature. Further, by applying the reaction of the armature to a salient pole type rotor section 1b, reluctance torque is generated. Namely, by controlling the phase of the rotating magnetic field, the magnetomotive force of the armature, i.e., the reaction of the armature can be applied to the predetermined position of the rotor and reluctance torque can be obtained using this reaction of the armature. In addition, the field of the permanent magnet can be structurally decreased, so that high speed rotation is possible.

[0012]

While description has been given to the four-pole structure in the drawings used for the above description, poles other than four poles can be, of course, employed. Similarly, the shape of the embedded magnet type rotor section and that of the salient

pole type rotor section can be modified.

[0013]

[Advantage of the Invention]

As described so far, according to the present invention, by providing the rotor section in which the permanent magnet is embedded in the rotor core and the rotor section having the salient pole structure are coupled to each other in the axial direction, it is possible to provide a brushless DC motor capable of obtaining sufficient torque in a low speed rotation range, expanding a high speed rotation range and obtain sufficient torque in the high speed rotation range.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] FIG. 1 is a cross-sectional view showing one embodiment of a brushless motor in a low speed rotation range according to the present invention.

[FIG. 2] FIG. 2 is a cross-sectional view showing one embodiment of a brushless motor in a high speed rotation range according to the present invention.

[FIG. 3] FIG. 3 is a perspective view showing the structure of a compound rotor consisting of an embedded magnet type rotor core and a salient pole type rotor core.

[Description of Reference Symbols]

- 1 rotor
- 1a embedded magnet type rotor section
- 1b salient pole type rotor section

- 2 stator
- 2a stator core
- 3 armature winding
- 4 shaft
- 5 permanent magnet